

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-033514

(43)Date of publication of application : 03.02.1995

(51)Int.Cl.

C04B 35/111

H05K 1/03

H05K 3/46

(21)Application number : 05-200370

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 19.07.1993

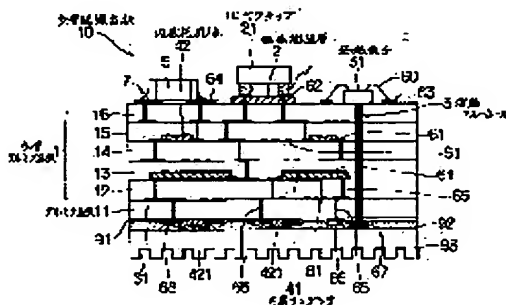
(72)Inventor : KOYAMA MAKOTO  
 SONE MASAHIRO  
 KOBAYASHI AKIHIRO  
 TOTOKAWA SHINJI  
 WATANABE TAKENAO  
 KAMIMURA RIKIYA  
 SHIRAISHI YOSHIHIKO  
 SAITO ATSUSHI  
 SUZUKI NORIMASA

## (54) ALUMINA SUBSTRATE AND MULTI-LAYERED SUBSTRATE USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an alumina substrate having high thermal conductivity and high antibending strength and capable of being sintered at low temperatures, and a multi-layered substrate using the alumina substrates and having excellent characteristics.

CONSTITUTION: The multi-layered substrate produced by laminating alumina substrates 11-16 comprises highly pure fine alumina powder having an alumina content of  $\geq 99.9\%$  and comprising primary particles each having a diameter of  $\leq 0.1\mu\text{m}$ . A low thermally expansible layer 2 having a smaller thermal expansion coefficient than the thermal expansion coefficient of the alumina substrate can be disposed on the surface of the multilayered alumina substrate 1. A heat-generating element 31 is disposed on the surface of the multi-layered alumina substrate 1, and a heat-releasing through-hole 3 penetrating the multilayered alumina substrate 1 can be disposed at a place below the heat-generating element. Passive elements such as a self-contained capacitor 41 or a self-contained resistor 42 can be disposed in the multi-layered alumina substrate 1 and incorporatively sintered.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

**This Page Blank (uspto)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-33514

(43) 公開日 平成7年(1995)2月3日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 4 B 35/111				
H 0 5 K 1/03		B 7011-4E		
3/48		T 6921-4E		
		H 6921-4E		

C 0 4 B 35/ 10 D  
 審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-200370  
 (22) 出願日 平成5年(1993)7月19日

(71) 出願人 000004260  
 日本電装株式会社  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (72) 発明者 小山 誠  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
 装株式会社内  
 (72) 発明者 曾根 正浩  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
 装株式会社内  
 (72) 発明者 小林 明広  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
 装株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 高橋 祥泰

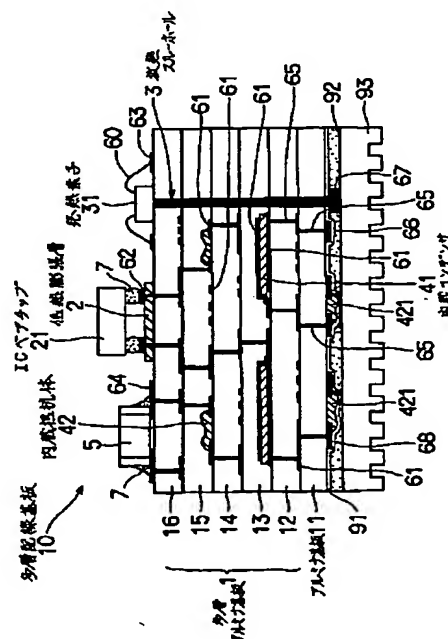
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミナ基板及びこれを用いた多層基板

(57) 【要約】

【目的】 高熱伝導率、高抗折強度を有し、低温で焼結可能なアルミナ基板、及び該アルミナ基板を用いた優れた特性を有する多層基板を提供すること。

【構成】 アルミナ基板11～16を積層した多層アルミナ基板1は、アルミナ含有量99.9%以上の高純度アルミナで、かつ一次粒子が0.1μm以下の微粉アルミナを用いた基板である。多層アルミナ基板1の表面には、上記アルミナ基板の熱膨張係数よりも小さい熱膨張係数を有する低熱膨張層2を設けることができる。また、多層アルミナ基板1の表面には発熱素子31を、該発熱素子31の下において多層アルミナ基板1を貫通してなる放熱スルーホール3を設けることができる。多層アルミナ基板1の内部には、内蔵コンデンサ41、内蔵抵抗体42等の受動素子を内蔵させて、一体的に焼結することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アルミナ原料のグリーンシートを焼成してなるアルミナ基板において、上記アルミナ原料は、アルミナ含有量が 99.9% 以上の高純度アルミナで、かつ一次粒子が 0.1  $\mu\text{m}$  以下の微粉アルミナを用いていることを特徴とするアルミナ基板。

【請求項 2】 請求項 1 において、上記アルミナ基板は、その表面に、該アルミナ基板の熱膨張係数よりも小さい熱膨張係数を有する低熱膨張層を設けていることを特徴とするアルミナ基板。

【請求項 3】 請求項 1 において、上記アルミナ基板は、その表面には発熱素子を設けてなり、かつ該発熱素子の下の位置において上記アルミナ基板を貫通してなる放熱スルーホールを有していることを特徴とするアルミナ基板。

【請求項 4】 複数枚のアルミナ基板と、該アルミナ基板の内部に内蔵された受動素子とを有する多層基板において、上記アルミナ基板は、アルミナ原料のグリーンシートを焼成してなる基板であって、上記アルミナ原料は、アルミナ含有量が 99.9% 以上の高純度アルミナで、かつ一次粒子が 0.1  $\mu\text{m}$  以下の微粉アルミナを用いていることを特徴とする多層基板。

【請求項 5】 請求項 4 において、上記受動素子は、コンデンサ、抵抗体のグループから選ばれた 1 種又は 2 種であることを特徴とする多層基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電子部品搭載用のアルミナ基板、並びに該アルミナ基板を用いた多層基板に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、電子部品搭載用基板としては、アルミナガラス、結晶化ガラス等の低温焼成基板、及び高温焼成アルミナ基板等が用いられている。低温焼成基板は、1000℃以下の低温で焼成される基板である。そのため、低温焼成基板の内部には、コンデンサ、抵抗体等の受動素子を内蔵させて、一体焼成することができる。また、焼成エネルギー費の削減が可能である。

【0003】 また、上記低温焼成基板は、ガラスの種類・量等を調整することにより、熱膨張係数を低くできることから、大きなサイズの IC ペアチップを実装することができる。一方、高温焼成アルミナ基板は、上記低温焼成基板と比べて、熱伝導率が大いこと、及び抗折強度が大いという利点を有している。

【0004】

【解決しようとする課題】 しかしながら、上記低温焼成基板は、上記のような利点を有する反面、高温焼成アルミナ基板と比べて、熱伝導率及び抗折強度が低いという問題がある。一方、高温焼成アルミナ基板は、低温焼成基板と比べて、焼成温度が 1600℃以上と高いため、

焼成エネルギー費用が高い。

【0005】 また、コンデンサとして優れた特性を有するチタン酸バリウム系又は鉛ペロブスカイト系材料は、焼結温度が 1200～1400℃である。そのため、上記高温焼成アルミナ基板の内部に、上記のコンデンサを内蔵させて、焼成することができない。また、上記コンデンサと同様の理由から、高温焼成アルミナ基板の内部に、特性の優れた抵抗体を内蔵させることもできない。

【0006】 更に、高温焼成アルミナ基板は、熱膨張係数が高いため、あまり大きなサイズの IC ペアチップを実装することができない。本発明はかかる従来の問題点に鑑み、高熱伝導率、高抗折強度を有し、低温で焼結可能なアルミナ基板、及び該アルミナ基板を用いた多層基板を提供しようとするものである。

【0007】

【課題の解決手段】 本発明は、アルミナ原料のグリーンシートを焼成してなるアルミナ基板において、上記アルミナ原料は、アルミナ含有量が 99.9% 以上の高純度アルミナで、かつ一次粒子が 0.1  $\mu\text{m}$  以下の微粉アルミナを用いていることを特徴とするアルミナ基板にある。

【0008】 本発明において最も注目すべきことは、アルミナ基板に用いられるアルミナ原料が、上記高純度アルミナで、かつ上記微粉アルミナであるということである。上記アルミナ原料中のアルミナ含有量が、99.9%未満の場合には、熱伝導率（図 3 参照）、抗折強度（図 4 参照）、及び引っ張り強度（図 5 参照）が低下する。また、上記微粉アルミナの一次粒子の大きさは、絶対粒径で 0.1  $\mu\text{m}$  以下である。0.1  $\mu\text{m}$  を越える場合には、アルミナ基板の焼結温度が高くなる（図 6 参照）。

【0009】 次に、上記アルミナ基板の表面には、該アルミナ基板の熱膨張係数よりも小さい熱膨張係数を有する低熱膨張層を設けることができる。上記低熱膨張層としては、ガラスセラミック、結晶化ガラス等の熱膨張係数の低い材料を用いる。これにより、冷熱サイクル時における搭載部品との熱膨張、熱収縮差が極めて少なくなり、搭載部品との接合信頼性が向上する。

【0010】 上記低熱膨張層の上には、IC ペアチップ等の機能チップを搭載することができる。特に、上記低熱膨張層は IC ペアチップとの熱膨張、収縮差が小さいため、寸法の大きい IC ペアチップでも上記低熱膨張層の上に搭載することができる。上記低熱膨張層は、冷熱サイクル時の部品の接合信頼性が要求される部分、例えば寸法の大きい IC ペアチップを搭載する部分だけに形成することができる。また、上記低熱膨張層は、アルミナ基板の表面全体に形成されていてもよい。この場合には、アルミナ基板全体について搭載部品との接合信頼性を向上させることができる。

【0011】 また、上記アルミナ基板の表面には発熱素

子を設け、かつ該発熱素子の下の位置において上記アルミナ基板を貫通してなる放熱スルーホールを設けることができる。上記放熱スルーホールは、アルミナ基板を貫通するホールである。該放熱スルーホールは、その内部に高熱伝導材が充填されていることが好ましい。また、スルーホールの内壁に導電性メッキが施されていても良い。これにより、放熱スルーホールの放熱性を向上させることができる。上記発熱素子としては、例えば、パワートランジスタ等がある。

【0012】また、上記アルミナ基板を用いた多層基板としては、複数枚のアルミナ基板と、該アルミナ基板の内部に内蔵された受動素子とを有する多層基板において、上記アルミナ基板は、アルミナ原料のグリーンシートを焼成してなる基板であって、上記アルミナ原料は、アルミナ含有量が99.9%以上の高純度アルミナで、かつ一次粒子が0.1 $\mu$ m以下の微粉アルミナを用いていることを特徴とする多層基板がある。

【0013】上記受動素子としては、コンデンサ、抵抗体等がある。かかる受動素子材料は、1300℃で焼成可能なコンデンサ材料、抵抗体材料等を用いることが特性上好ましい。上記コンデンサ材料としては、チタン酸バリウム系、鉛ペロブスカイト系等の優れたコンデンサ特性を有する材料がある。また、上記抵抗体材料としては、ホウ化物、タングステン化合物等の優れた抵抗特性を有する材料がある。また、上記多層基板には、上記低熱膨張層、更には上記発熱素子及び放熱スルーホールを設けることができる。

【0014】次に、上記アルミナ基板の製造方法について説明する。まず、上記アルミナ原料を、分散剤、結合剤、可塑剤、及び溶剤等と共に、混練し、脱胞処理を行い、スラリー状とする。次に、上記アルミナ原料のスラリーをシート状に成形し、1又は2枚以上のグリーンシートを得る。2枚以上のグリーンシートの場合には、これらのグリーンシートを積層し、熱圧着する。次に、上記1枚又は積層状態のグリーンシートを、1400℃以下の温度で焼成する。

【0015】

【作用及び効果】本発明のアルミナ基板は、アルミナ含有量が99.9%以上の高純度の微粉アルミナである。そのため、アルミナ基板は、熱伝導性が良く（図3参照）、抗折強度が高い（図4参照）。また、上記微粉アルミナの一次粒子の大きさは、0.1 $\mu$ m以下である。そのため、焼成時の密度が1300℃程度で飽和となる（図6参照）。それ故、上記アルミナ原料は、1300℃以下の焼成温度で焼結できる。従って、従来と比べて焼成温度の低温化を図ることができ、その分の焼成エネルギー費及び設備費の低減が可能となる。

【0016】次に、上記アルミナ基板の表面に、上記アルミナ基板の熱膨張係数よりも小さい熱膨張係数を有する低熱膨張層を設けた場合には、部品と基板との熱膨張

差が小さくなり、部品の接合信頼性が向上できる。従って、本発明の多層基板の上には、ICベアチップ等のサイズの大きな部品も実装することができる。

【0017】また、上記アルミナ基板の表面に発熱素子を設け、かつ該発熱素子の下において上記アルミナ基板を貫通する放熱スルーホールを設けた場合には、該放熱スルーホールは、発熱素子から生じた熱を外方に素早く放散させる。そのため、本発明の多層基板によれば、発熱素子から発する熱を、放熱スルーホールにより効率良く放熱することができる。

【0018】また、上記複数枚のアルミナ基板を用いた多層基板は、その内部に、コンデンサ、抵抗体等の受動素子を内蔵させて、アルミナ基板と一体的に焼成している。上記アルミナ基板は、上記のごとく1300℃以下の低温で焼成することができる。そのため、アルミナ基板に内蔵する受動素子に対して焼成温度の影響が少なく、その材料の選択範囲が広がる。

【0019】それ故、従来の高温焼成では使用できなかったチタン酸バリウム系（BaTiO<sub>3</sub>）、鉛ペロブスカイト系等の優れたコンデンサ特性を有するコンデンサ材料を内蔵させて、アルミナ基板と一体的に焼成することができる。また、ホウ化物、タングステン化合物等の優れた抵抗特性を有する抵抗体材料を内蔵させて、アルミナ基板と一体的に焼成することができる。従って、本発明の多層基板によれば、優れた受動素子特性を有する受動素子材料を内蔵することができる。

【0020】以上のごとく、本発明によれば、高熱伝導率、高抗折強度を有し、低温で焼結可能なアルミナ基板、及び該アルミナ基板を用いた優れた特性を有する多層基板を提供することができる。

【0021】

【実施例】

実施例1

本発明の多層基板について、図1、図2を用いて説明する。本例の多層基板は、図1に示すごとく、複数のアルミナ基板11～16を積層してなる多層配線基板10である。各アルミナ基板の間には、内蔵コンデンサ41、内蔵抵抗体42、及びこれらを電気的に接続する配線パターン61が形成されている。

【0022】また、多層配線基板10の表側面は、図1、図2に示すごとく、部分的に形成された低熱膨張層2と、パッド62、63、64とを有している。上記低熱膨張層2の上には、上記パッド62が形成されている。該パッド62の上にはICベアチップ21が搭載されている。

【0023】上記パッド63は、ワイヤー60を介して、発熱素子31と電気的に接続している。上記パッド64の上には、チップコンデンサ5が搭載されている。上記ICベアチップ21及びチップコンデンサ5は、半田7により、パッド62、64の上に固定されている。

【0024】多層配線基板10の内部には、放熱スルーホール3と内蔵コンデンサ41と内蔵抵抗体42と配線パターン61とビアホール65とが設けられている。上記放熱スルーホール3は、上記発熱素子31の下においてアルミナ基板11～16を貫通して形成されている。放熱スルーホール3の内部には、配線パターン61と同じ材料の導電材が充填されている。

【0025】上記内蔵コンデンサ41は、優れたコンデンサ特性を有し、かつ1300℃以下で焼成可能な、チタン酸バリウム系( $\text{BaTiO}_3$ )又は鉛ペロブスカイト系のコンデンサ材料よりなる。上記内蔵抵抗体42は、優れた抵抗体特性を有し、かつ1300℃以下で焼成可能な、ホウ化物又はタングステン化合物の抵抗体材料よりなる。上記内蔵コンデンサ41及び内蔵抵抗体42は、配線パターン61及びビアホール65により、上記ICペアチップ21、発熱素子31、チップコンデンサ5、及び外部抵抗体421と電気的に接続している。

【0026】多層配線基板10の裏側面は、外部抵抗体421と接続した配線パターン68と、ビアホール65及び放熱スルーホール3のランド66、67、更に内蔵コンデンサ41のランド66とを有している。また、上記多層配線基板10の裏側面及び外部抵抗体421の表面は、薄い保護ガラス91により被覆されている。更に、保護ガラス91の表面には、絶縁接着層92を介して、ヒートシンク93が接合されている。

【0027】次に、上記多層配線基板の製造方法について説明する。まず、アルミナ原料100重量部に対し、分散剤(ポリエチレングリコール)と結合剤(ポリビニルブチラル)と可塑剤(ジブチルフタレート)とを合わせた9.5重量部、及び溶剤(2-ブタノール等)56重量部を加える。次いで、これらをアルミナ基板と同質の高純度アルミナボールを用い、ポットミル内において20時間混練し、脱気泡を行い、スラリーを作製する。上記アルミナ原料は、1次粒子の大きさが絶対粒径で $0.1\mu\text{m}$ であり、かつ、アルミナ含有率99.99%のアルミナ微粉(大明化学製 TM-DAR)である。

【0028】次に、上記スラリーを用いて、シート状に成形し、グリーンシートを作製する。そのグリーンシートにビアホール及び放熱スルーホールを穿設し、これらの内部に導電材を充填する。次いで、上記グリーンシートの表面に、導電ペースト、コンデンサペースト、抵抗体ペーストをスクリーン印刷し、乾燥する。次いで、上記グリーンシートを6枚積層し、熱圧着後、1300℃で焼成し、グリーンシートを焼結させる。次に、焼結した多層シートの表側面及び裏側面には、低熱膨張材料、導電ペースト、及び抵抗体ペースト、保護ガラス材料を印刷・乾燥・焼成により形成する。

【0029】これにより、アルミナ基板11～16よりなる多層アルミナ基板1と、該多層アルミナ基板1の内

部に形成された内蔵コンデンサ41、内蔵抵抗体42、配線パターン61、及びビアホール65と、多層アルミナ基板1の表側面、裏側面に形成された低熱膨張層2、パッド62～64、ランド66、67、外部抵抗体421、及び保護ガラス91とが得られる。

【0030】次に、上記パッド62、64の上に、半田7を用いてICペアチップ21及びチップコンデンサ5を固定する。また、上記多層アルミナ基板1の表側面における放熱スルーホール3の上に、発熱素子31を搭載し、該発熱素子31とパッド63とをワイヤー60により接続する。また、上記保護ガラス91の表面全体に絶縁接着層92を塗布して、ヒートシンク93を接着する。これにより、上記多層配線基板10が得られる。

【0031】次に、本例の作用効果について説明する。本例のアルミナ基板11～16は、上記アルミナ原料よりなるグリーンシートを1300℃以下の低温で焼結して得られた基板である。そのため、1600℃で焼成する従来の高温焼成アルミナ基板に比べ、高い熱伝導率と高い抗折強度とを有するものであった。また、焼成温度が低く、焼成エネルギー費及び設備費を低く抑えることができる。また、低熱膨張層2は、冷熱サイクル時の膨張、収縮が僅かである。そのため、上記低熱膨張層2の上には、サイズの大きいICペアチップ21を搭載することができる。

【0032】また、放熱スルーホール3は放熱性が良いため、発熱素子31から発する熱を効率良く放熱することができる。また、多層アルミナ基板1は、上記のごとく1300℃以下の低温で焼成することができる。そのため、多層アルミナ基板1に内蔵する内蔵コンデンサ41及び内蔵抵抗体42の材料に対して焼成温度の影響が少なく、その選択範囲が広がる。

【0033】それ故、従来、焼成温度が高温のためアルミナ基板11～16と一体的に焼成することが不可能であった優れたコンデンサ特性、抵抗特性を有する材料を用いることができ、内蔵コンデンサ41及び内蔵抵抗体42の特性を向上させることができる。

#### 【0034】実施例2

本例においては、上記実施例1のアルミナ基板のアルミナ純度と熱伝導率との関係を測定した。その結果は図3に示した。同図から、アルミナ純度が高くなるに従って、アルミナ基板の熱伝導率が大きくなることがわかる。

【0035】また、従来の高温焼成アルミナ基板ではアルミナ含有率が90～92%程度のアルミナ原料を用いていた。上記の図より、その熱伝導率は $15\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 程度である。これに対し、アルミナ含有率が99.9%以上のアルミナ原料を用いれば、 $30\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上と上記高温焼成アルミナ基板の2倍以上の熱伝導率が得られることがわかる。

#### 【0036】実施例3

本例においては、上記実施例1のアルミナ基板のアルミナ純度と曲げ強度及び引張り強さとの関係を測定した。アルミナ純度と曲げ強度との関係は、図4に示した。アルミナ純度と引張り強さとの関係は、図5に示した。

【0037】両図から、アルミナ純度が高くなるに従って、アルミナ基板の曲げ強度及び引張り強さが増大することがわかる。このことから、高純度のアルミナ原料を用いることにより、抗折強度及び引張り強さに優れたアルミナ基板を作製できることがわかる。

#### 【0038】実施例4

本例においては、高純度のアルミナを含む上記実施例1のアルミナ基板の焼成温度と焼成密度との関係を測定した。上記高純度アルミナのアルミナ含有量は、99.99%である。その結果を図6に示した。同図から、微粉アルミナの一次粒子が小さい程、低温で焼成密度が飽和することがわかる。

【0039】また、同程度の純度であるアルミナ原料であっても、一次粒子が0.3 $\mu$ mと大きい場合は、焼成温度が1600℃まで焼成密度が大きくなるのに対し、1次粒子0.1 $\mu$ mの微粉アルミナの場合には、1300℃で焼成密度が飽和となる。このことから、高純度アルミナで、1次粒子の大きさが0.1 $\mu$ m以下の微粉アルミナを用いたグリーンシートは、1300℃以下で焼成できることがわかる。

【0040】即ち、従来の高温焼成アルミナ基板は1600℃で焼成していたのに対し、本発明のアルミナ基板は、1300℃で焼成することができる。従って、従来と比べて少なくとも300℃の低温化を図ることができ、その分の焼成エネルギー費及び設備費の低減が可能となる。

【0041】ここで、高純度或いは微粉アルミナを用いた他社例について比較検討する。まず、公知の高アルミナ質セラミックス（特開昭55—27841号公報）では、純度99.5%以上の高純度アルミナを用いている。そのため、上記セラミックスは、アルミナ含有率が90%程度のセラミックスと比較して、約2倍の熱伝導率を有している。

【0042】しかし、上記公知のセラミックスは、本発明の上記特定の高純度アルミナ及び微粉アルミナを用いていないため、焼成温度が1450～1700℃と高い。そのため、コンデンサ特性に優れるチタン酸バリウム系、鉛ペロブスカイト系のコンデンサを内蔵させて、一体的に焼成することができない。この点について、本発明のアルミナ基板においては、高純度でかつ微粉のアルミナを用いているため、上記図6よりも明らかなように、1300℃以下の低温で焼成可能である。

【0043】次に、公知の半導体装置（特開平4—69957号公報）では、純度99.9%の高純度アルミナ

を用いることにより、強度を向上させて、半導体パッケージの薄型化を行っている。しかし、この装置では、本発明の特定の上記微粉アルミナの規定はなく、高純度でかつ微粉アルミナを用いた当該発明とは異なる。また、上記高純度アルミナ基板は、半導体パッケージ及びチップを搭載するための基板として用いられている点において、多層配線基板として用いた本発明のアルミナ基板とは異なる。

【0044】更に、公知のセラミックス基板（特開平4—280656号公報）では、純度99.99%以上で1次粒径0.2 $\mu$ m以下のアルミナ原料を用いている。しかし、この場合は、基板表面の平滑化を目的とし、純度・粒径の規定のない既焼成のアルミナ多層基板の表面のみに、このアルミナ原料からなるアルミナ層を形成するものである。このような形態では、基板全体の高熱伝導・高強度化はできない。この点について、本発明のアルミナ基板においては、基板全体に上記特定の高純度、微粉アルミナを用いているため、熱伝導性及び強度に優れている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の多層配線基板の断面図。

【図2】実施例1の多層配線基板に搭載したICペアチップ付近の断面図。

【図3】実施例2における、アルミナ純度と熱伝導率との関係を示すグラフ。

【図4】実施例3における、アルミナ純度と曲げ強度との関係を示すグラフ。

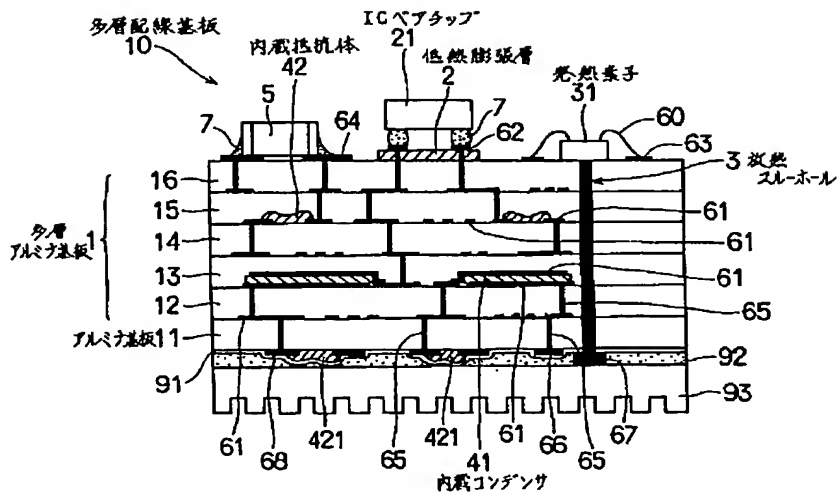
【図5】実施例3における、アルミナ純度と引張り強さとの関係を示すグラフ。

【図6】実施例4における、アルミナ基板の焼成温度と焼成密度との関係を示すグラフ。

#### 【符号の説明】

- 1... 多層アルミナ基板,
- 10... 多層配線基板,
- 11～16... アルミナ基板,
- 2... 低熱膨張層,
- 21... ICペアチップ,
- 3... 放熱スルーホール,
- 31... 発熱素子,
- 41... 内蔵コンデンサ,
- 42... 内蔵抵抗体,
- 61, 68... 配線パターン,
- 62～64... パッド,
- 65... ピアホール,
- 66, 67... ランド,
- 91... 保護ガラス,
- 92... 絶縁接着層,
- 93... ヒートシンク,

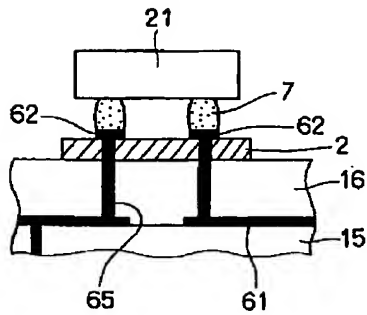
【図1】



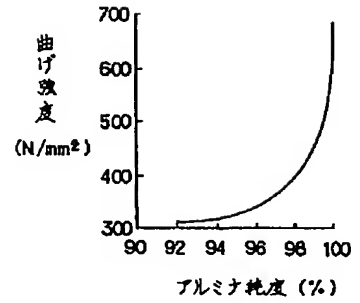
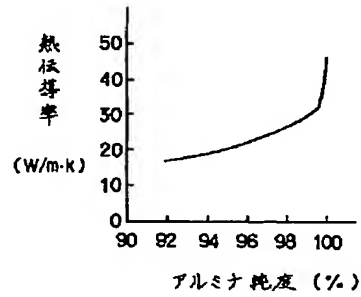
【図2】

【図3】

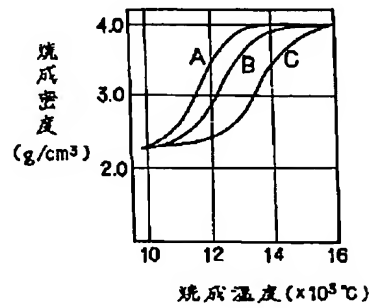
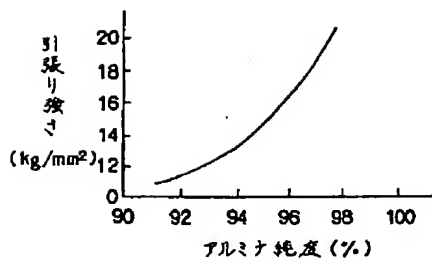
【図4】



【図5】



【図6】



1次粒子径 A: 0.1 μm  
B: 0.18 μm  
C: 0.3 μm



フロントページの続き

(72)発明者 都外川 真志  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内  
(72)発明者 渡辺 武尚  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内  
(72)発明者 上村 力也  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

(72)発明者 白石 芳彦  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内  
(72)発明者 斎藤 淳  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内  
(72)発明者 鈴木 規正  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

**This Page Blank (uspto)**